

UV-ljus för rening av avloppsvatten

FÖRFATTARE: ANNA KARIN ROSBERG, INSTITUTIONEN FÖR BIOSYSTEM OCH TEKNOLOGI, SLU OCH
JULIA WESTBERG, ALNARP CLEANWATER TECHNOLOGY AB

Bakgrund

Tillgång till färskvatten är en av vår tids absolut viktigaste frågor. Det har visat sig att detta inte enbart är ett problem på global nivå, utan i allra högsta grad även i Sverige där grundvattnet på flera håll i de sydöstra delarna de senaste åren varit rekordlåg. På Öland har läget blivit så akut att det byggts en vattenledning från fastlandet för att säkra vattenförsörjningen. Man har också i Borgholms kommun, på norra Öland, investerat i avsaltning av havsvatten för att garantera dricksvattenförsörjningen. Detta akuta läge borde göra oss uppmärksamma på hur viktigt det är att vi tar hand om våra vattenresurser, och att vi är mer sårbara vad gäller vår vattenförsörjning än vad vi tidigare trott.

Bevattnings

För bevattning av grödor i Sverige används 4 olika typer av vattenkällor: borr-vatten, kommunalt vatten, regnvatten och ytvatten. I vissa regioner utanför Sverige förekommer det att behandlat och obehandlat avloppsvatten används vid brist-situationer (Alsanius, 2014). Mängden vatten som används under en odlings-säsong beror på typ av gröda och väderom-ständigheter, men som standard har det beräknats att behovet uppgår till 1000–1500 m³ per ha och år (Svensson, 2003). Med cirka 2,6 miljoner ha åkermark i Sverige är det en ansevärd mängd vatten som används för bevattning. Utöver detta tillkommer all bevattning som sker i växt-hus samt i hemträdgårdar. Avloppsvatten skulle kunna vara en resurs i bevattnings-sammanhang om det först genomgår en reningsprocess som garanterar att det inte

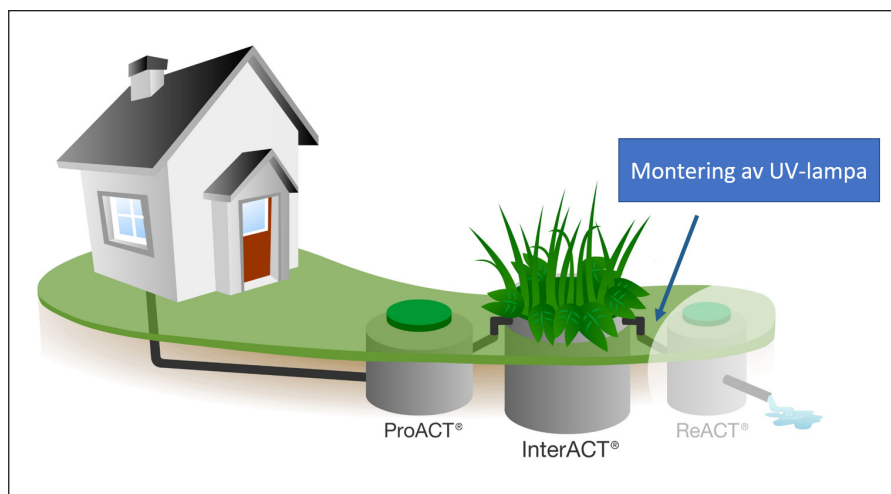


Illustration: Illustrationen visar uppbyggnaden av Alnarp Cleanwater Technology's system för rening av avloppsvatten. I systemet där provtagningarna gjorts saknas ReACT®. På utloppet från InterACT® monterades UV-lampan från Watersprint AB. Illustration Alnarp Cleanwater Technology AB, modifierad av Anna Karin Rosberg.

finns några farliga bakterier kvar. På så sätt skulle det kunna göras besparingar på vat-ten av dricksvattenkvalitet.

Rening av avloppsvatten

Alnarp Cleanwater Technology produ-cerar ett biologiskt reningsverk som på ett naturligt sätt renar avloppsvatten från enskilda avlopp (ACT®). Det obehandla-de avloppsvattnet leds till en slamavskil-jare (trekammarsbrunn) eller alternativt slamnedbrytaren ProACT (se illustra-tion). Till någon av dessa kopplas sedan huvudreningssteget InterACT. Detta är en tank med stor effektiv yta som skapar ideala förhållanden för de nedbrytande mikroorganismer som är naturligt före-kommande i avloppsvatten. InterACT grävs ner i marken och i den planteras vattenväxter vars rötter bidrar till den effektiva ytan för mikroorganismerna,

samt tar upp näring från avloppsvattnet. I områden som klassas som *hög skyddsni-vå*, exempelvis i närheten av vattendrag, behövs ett tredje reningssteg som fångar upp fosfor. Detta tredje steg i reningen kallas ReACT. Fosfor kan sedan återfö-ras till åkermark som gödning. I de om-råden som inte klassats som *hög skydds-nivå* används inte fosforfällan, vilket resulterar i ett näringsrikt utloppsvatten. Om det näringsrika utloppsvattnet kan renas från farliga bakterier finns goda förutsättningar för att detta skulle kunna användas till bevattning av grödor.

Vattenrening med UV

Den reningsmetod som undersöktes i detta projekt är en energisnål UV-en-het med LED lampor (Watersprint AB, Medicon Village, Lund) som monterades på utloppet från InterACT (indikerat



Foto 1: UV-lampa monterad på utloppet från InterACT®. Foto: Anna Karin Rosberg.



Foto 2: Bilden visar ett Colilert®-kit innehållande utloppsvatten från ACT®. Överst: Brunnar som fluorescerar under UV-ljus visar på förekomst av *E.coli*. Nederst: Gulfärgade brunnar visar på förekomst av koliforma bakterier. Foto: Anna Karin Rosberg.

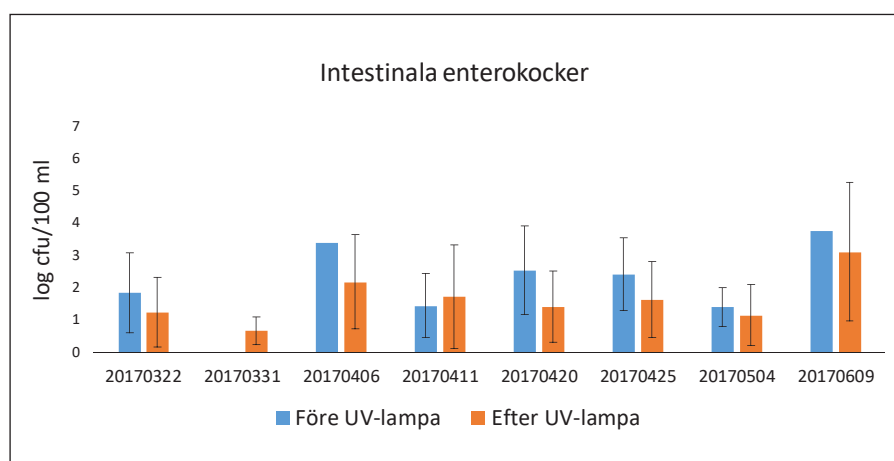
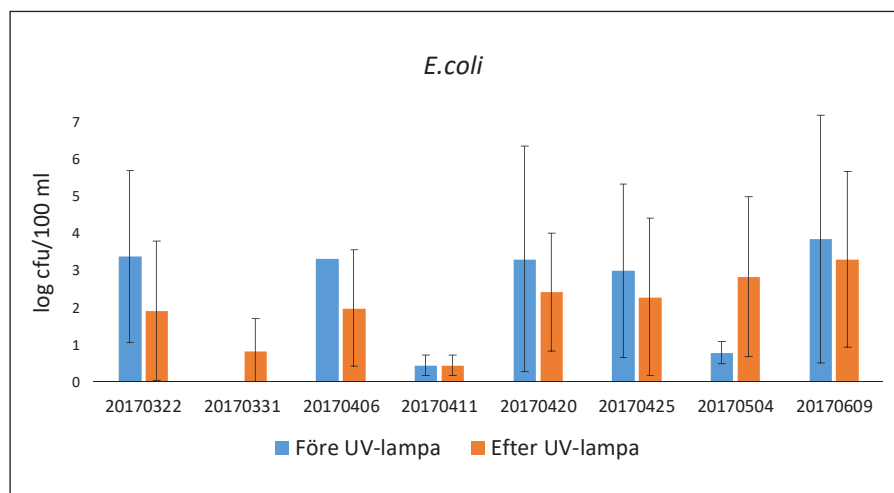
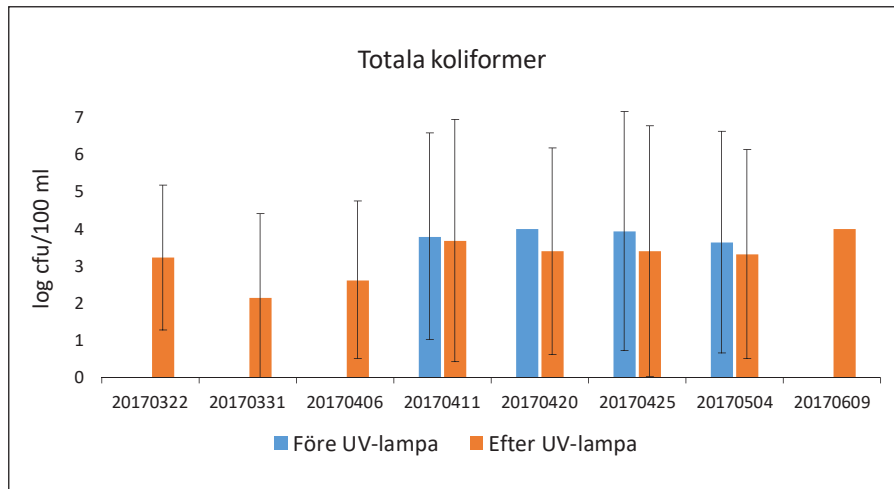
på illustration) på Alnarp Cleanwaters system på Alnarp (foto 1). Lampan har utvecklats i syfte att tillföra ett extra reningssteg på inkommande dricksvatten. Att använda UV-ljus för rening av vatten är i sig inget nytt fenomen. I växthusodling har UV-ljus använts i hydroponiska system sedan 1970-talet för att minska spridningen av skadliga bakterier och svampar (Ehret et al. 2001). Under det senaste decenniet har även reningsverket runt om i Sverige anammat tekniken, men stora variationer i effektivitet har uppmäts (Bäckström et al., 2015). Problemet med tekniken anses främst vara att avloppsvattnet innehåller för stora partiklar som UV-ljuset inte kan tränga igenom, försämrade effektivitet på lampan över tid, beläggningar på lampan i sig, samt hög flödes hastighet på vattnet.

Hygienisk kvalitet på bevattningsvatten

För att kunna använda det renade avloppsvattnet för bevattning är det viktigt att vattnet håller en hög mikrobiologisk kvalitet för att undvika spridning av tarmsmittor. I Sverige idag finns det inget regelverk vad gäller den hygienis-

Tabell 1. Standarder för mikrobiologisk kvalitet av bevattningsvatten. Modifierad tabell från Alsanius, 2014. Alla siffror anges i enheten log CFU/100 ml vatten där CFU=colony forming units. Flera angivna värden för samma typ av organism visar på skillnader i standarder mellan länder.

	Fekala koliformer	Intestinala enterokocker	<i>E.coli</i>
Färskkonsumtion	≤ 2.3	$\leq 1.3 / \leq 2$	$\leq 1.9 / \leq 2.3$
Ej färskkonsumtion	≤ 3	$\leq 2.4 / \leq 2.6$	$\leq 3 / \leq 3.3$



Figur 1-3: Figurerna visar på mängder 'E.coli', 'Totala koliformer' samt 'Intestinala enterokocker' i utloppsvattnet från ACT® före och efter rening med UV-lampa. Värdena anges i log cfu/100 ml vatten.

ka kvaliteten av just bevattningsvatten. Standarder finns däremot i Tyskland och Kanada och presenteras här för att kunna utvärdera kvaliteten på avloppsvattnet från Alnarp Cleanwaters system (tabell 1). Standarderna varierar dels mellan länderna, men också beroende på om grödan ska användas för färskkonsumtion eller ej.

Genomförande

För att undersöka effekten av UV-lampa på utloppsvattnet gjordes 8 provtagningar under våren 2017. Provtagningarna genomfördes en gång per vecka från 22 mars till 4 maj 2017 och en sista provtagning en månad senare - 9 juni 2017. Det längre tidsintervallet gjordes för att undersöka om lampans effektivitet försämrades över tid. Prover togs före och efter vattnet passerat lampan, med tre upprepningar för varje provtagningsplats och tillfälle. Vattenproverna undersöktes sedan för nivåer av totala koliformer, intestinala enterokocker samt *E.coli*, med hjälp av Enterolert och Colilert (IDEXX Laboratories Inc., Westbrook, ME, USA). Vattenproverna blandades med ett pulver från respektive kit som främjar tillväxten av enterokocker (Enterolert), samt totala koliformer och *E.coli* (Colilert). På bild 2 syns resultaten efter att proverna stått i värmeskåp. En gul färgindikator visar på tillväxt av enterokocker respektive koliforma bakterier. Vid användning av UV-ljus kan man genom att räkna antalet brunnar som lyser, beräkna mängden *E.coli*. Metoden bygger på en "most probable number" (MPN) teknik.

Resultat

Resultat på mängden bakterier i utloppsvattnet, före och efter rening, ses i figurerna 1-3. I flera fall saknas stapeln som skulle visa på mängden bakterier före UV-lampa. Detta beror på att mängden bakterier var så hög att den övergick detektionsintervallet för vår valda metod. Eftersom det finns värden för "Efter UV-lampa" visar det på att lampan i sig hade en renande effekt. Vid de allra flesta provtagningar

ledde användandet av UV-lampan till att mängden bakterier i utloppsvattnet sjönk. Däremot var variationen mellan upprepningarna stora och reningseffekten var inte signifikant. På grund av den stora variationen mellan upprepningarna gick det inte med säkerhet att säga huruvida effekten av lampan sjönk över tid eller om effekten var oförändrad.

Slutsatser

Resultaten från försöket visar att UV-lampan inte renade vattnet tillräckligt effektivt för att uppnå bevattningsvattnets kvalitet. Endast vid två tillfällen under provtagningsperioden var mängden *E.coli* tillräckligt låg för att möta kriterierna för bevattningsvatten. För intestinala enterokocker var situationen liknande. Dessa tillfällen inföll dock inte vid samma tidpunkt, vilket innebär att bevattningsvattnets kvalitet aldrig uppnåddes.

Fekala koliformer är en grupp av indikatororganismer som i sin tur ingår i gruppen för totala koliformer. Det kit som användes i det här försöket (Colilert, IDEXX) ger ett mått på totalantalet koliforma bakterier vilket är en vanligt förekommande indikator för dricksvatten. Tyvärr är det utifrån dessa data omöjligt att veta hur stor andel som är fekala koliformer, och därmed kan inga slutsatser dras angående vattnets kvalitet rörande nivån av dessa. Men med tanke på att de andra indikatororganismer (intestinala enterokocker och *E.coli*) förekom i för

stora mängder finns det, i det här sammanhanget, ingen anledning att undersöka de fekala koliformerna närmre.

Variationen mellan upprepningarna visar på en stor spridning i resultat; i vissa fall hade upprepningen med högst värde dubbelt så många bakterier jämfört med medelvärdet av de tre upprepningarna. Den stora variationen kan bero på att det fanns mycket partiklar i utloppsvattnet vilka UV-ljuset inte tränger igenom. Dessa partiklar blir då som gömställen för bakterierna där de lever vidare. UV-lampan från Watersprint är utvecklad för att användas som ett extra reningssteg för inkommande dricksvatten. I dricksvatten finns det inga större partiklar utan UV-ljuset verkar främst på frilevande bakterier där det är mycket effektivt. Ett alternativ skulle kunna vara att montera ett mekaniskt filter på utloppsröret, som samlar upp större partiklar innan vattnet passerar lampan. Detta görs i praktiken hos vissa odlare i syfte att rena bevattningsvatten som tas från dammar. För att säkerställa att effekten på UV-lampan inte försämras över tid hade det varit önskvärt att lampan i sig gick att rengöra. Även om effekten inte försämrades märkbart i våra försök så är det ofta ett problem i praktiken att det blir beläggningar på lampan som sänker effektiviteten.

Slutsatsen från försöket är att UV-lampan inte var tillräckligt effektiv för att rena avloppsvattnet till den grad att det

på ett säkert sätt skulle kunna användas som bevattningsvatten. Eventuellt skulle lampan göra mer nytta om vattnet först leddes igenom ett mekaniskt filter för att ta bort större partiklar.

Litteratur

- Alsanius B. 2014. Hygien och bevattningsvatten. LTV-Fakultetens Rapportserie, nr. 2014:10, ISBN:978-91-871117-71-8.
- Bäckström M, Alexandersson S, Bäcklund I, Lindgren P-E & Skredsvik-Raudberget C, 2015. UV-behandling av avloppsvatten – Utvärdering av två svenska fullskaleanläggningar. Rapport nr. 2015-04, Svenskt Vatten Utveckling.
- Ehret D, Alsanius B, Wohanka W, Menzies J.G & Utkhede R, 2001. Disinfection of recirculating nutrient solutions in greenhouse horticulture, *Agronomie* 21, p. 323-339.
- Svensson S-E. 2003. Bevattning i grönsaksodling. Broschyr i kurspärm "Ekologisk odling av grönsaker på friland". Jordbruksverket.

- Faktabladet är utarbetat inom LTV-fakultetens institution för Biosystem och Teknologi
- Projektet är finansierat av Partnerskap Alnarp samt Alnarp Cleanwater Technology AB
- Projektansvarig/författare Anna Karin Rosberg, anna.karin.rosberg@slu.se, SLU, Institutionen för Biosystem och Teknologi, Box 103, 230 53 Alnarp, Julia Westberg, julia.westberg@alnarpcleanwater.se, Alnarp Cleanwater Technology AB, Box 206, 230 53 Alnarp
- Foto: Anna Karin Rosberg
- Illustration: Alnarp Cleanwater Technology AB, modifierad av Anna Karin Rosberg
- På webbadressen <http://epsilon.slu.se> kan detta faktablad hämtas elektroniskt